



71 Anmelder:

Max Stegmann GmbH Antriebstechnik-Elektronik,
78166 Donaueschingen, DE

72 Erfinder:

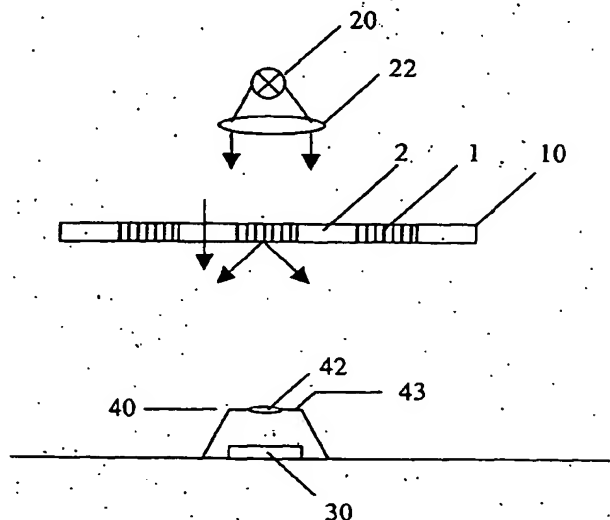
Samland, Thomas, 78166 Donaueschingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Interferometrische Positionsmesseinrichtung

57 Die Maßverkörperung (10) der Positionsmesseinrichtung verfügt über mikrostrukturierte Segmente (1), welche als transmissive Phasengitter ausgebildet sind. Die Stufenhöhe d der Phasengitter (1) ist derart dimensioniert, dass die optische Weglängendifferenz beim Durchlauf des Lichtes durch das Beugungsgitter einem ungeradzahigen Vielfachen von $\lambda/2$ entspricht, sodass in der nullten Beugungsordnung ein Minimum liegt. Die Gitterkonstante g des Phasengitters (1) sollte dabei hinreichend klein sein, sodass die ± 1 . Beugungsordnungen bereits nicht mehr vom Empfänger (30) detektiert werden. Die Maßverkörperung (10) weist dabei codierte Segmente auf, die mikrostrukturiert sind (1) und solche, die unstrukturiert sind. Der photoelektrische Empfänger (30) beinhaltet entsprechend ein Array von lichtempfindlichen Flächen, wobei jedem abzutastenden Codefeld auf der Maßverkörperung (10) mindestens ein Empfängerfeld auf dem Empfänger (30) zugeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Positionsmesseinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung kann insbesondere als Längen- oder als Winkelmesseinrichtung gemäß DIN Norm 32 878 ausgestaltet sein.

[0002] Bisherige optische Positionsmesseinrichtungen basieren auf dem Grundprinzip der optischen Abtastung eines Strichgitters mit Hell-/Dunkelfeldern mit einer Auflösung von etwa 40 µm bis einige tausend µm. Derartige Positionsmesseinrichtungen können insbesondere linear als Längenmessenrichtung oder rotativ als Drehwinkelmeßsysteme ausgestaltet sein. In einer linearen Ausführung befindet sich das Strichgitter auf einem linearen Maßstab, während in der Winkelmessausführung das Strichgitter auf einer runden Codescheibe angebracht ist. Die Codestrukturen werden dabei in der Regel aus einer dünnen Chromschicht, welche auf Glas oder Kunststoff aufgebracht ist, herausgeätzt.

[0003] Eine Verringerung der Breite des Strichgitters ist begrenzt durch die dann eintretenden Beugungserscheinungen infolge von Interferenz des Lichtes. Somit ist die Realisierung hoher Auflösungen oder die Herstellung von Drehgebern mit sehr kleinem Scheibendurchmesser aufgrund von wellenoptischen Effekten begrenzt. Um dennoch eine relativ hohe Auflösung auch bei kleinen Scheibendurchmessern zu gewährleisten, wird nach dem bisherigen Stand der Technik die Distanz zwischen der das Strichgitter tragenden Codescheibe und dem photoelektrischen Empfänger auf wenige zehntel Millimeter reduziert. Die sich aus dieser Konstruktion ergebenden Nachteile liegen neben dem hohen Positionieraufwand bei der Fertigung in der aufwendigen Lagerung, insbesondere bei eigenlagerlosen Positionsmesseinrichtungen resp. Drehgebern. Hier muss die Lagerung oftmals wesentlich genauer und damit teurer ausgeführt werden, als dies etwa die Funktion der (Motor-)Achse an sich erfordert hätte.

[0004] Bisherige Interferometrie-Verfahren zur Positionsmessung, wie etwa in der europäischen Patentanmeldung EP 0 849 567 A2 beschrieben, nutzen neben dem Maßstabsgitter ein weiteres, ruhendes Gitter vor dem Empfänger. Nachteilig hierbei ist die geringe Fertigungstoleranz der Gitterkonstanten, sowie die geringe Lagetoleranz bezüglich Kippen und Verdrehen bei der Relativführung beider Gitter zueinander aufgrund des Moiré-Effektes. Da diese Toleranzen im Bereich der Gitterkonstanten (g) liegt, also höchstens einigen µm, ist ein derartiges Verfahren nur mit sehr großem Aufwand bezüglich der Lagerung (bei Winkelmessung) bzw. der Führung (bei linearer Positionsmessung) und somit zu entsprechend hohen Kosten realisierbar.

[0005] Beschrieben wird ein optisches interferometrisches Verfahren, sowie eine entsprechende Vorrichtung zur Messung von Positionen, i. e. Winkel oder Längen, welche inkremental oder absolut detektiert werden können und obige Nachteile bisheriger Beugungsgitteranordnungen, sowie der klassischen Strichgitter nicht aufweisen.

[0006] Insbesondere treten keine nachteiligen Moiré-Effekte auf, da nur ein Beugungsgitter benutzt wird. Die Auflösung kann dabei gegenüber den klassischen Strichgittern trotz hoher Toleranz bei um Größenordnungen länger realisierbarem Abstand zwischen Empfänger und Maßverkörperung erheblich gesteigert werden. Damit werden insbesondere kleine und preiswerte Drehwinkelmeßeinrichtungen, sowie eigenlagerlose Drehwinkelmeßsysteme mit relativ hoher Fertigungs- und Lagertoleranz möglich.

[0007] Darüber hinaus ist es im Gegensatz zu herkömmlichen Maßverkörperungen (10) mit Hell-/ Dunkelfeldern möglich, dass der Abstand zwischen der Maßverkörperung

(10) und dem photoelektrischen Empfänger (30) einige Millimeter betragen kann, wodurch auf eine hochpräzise Lagerung resp. Führung der Positionsmesseinrichtung verzichtet werden kann. Insbesondere sind eigenlagerlose Messanordnungen ohne spezielle Vorkehrungen zur präzisen Lagerung des zu messenden Antriebssystems realisierbar. Somit kann die vorhandene Lagerung des Motors bzw. des Antriebes mitverwendet werden.

[0008] Ein weiterer Vorteil der Anwendung eines Beugungsgitterarrays liegt in der Miniaturisierung der Codesegmente. Damit lässt sich zum einen die Auflösung vergrößern und zum anderen die Maßverkörperung verkleinern. Somit werden nunmehr auch Anwendungen etwa von Codescheiben zur Winkelmessung auch in Miniaturmotoren ermöglicht.

[0009] Es handelt sich erfindungsgemäß um ein Transmissionsverfahren, bei welchem als Maßverkörperung (10) eine Codescheibe aus transparentem Material, wie etwa Kunststoff oder Glas, räumlich zwischen einer Lichtquelle (20) und einem photoelektrischen Empfänger (30) angeordnet ist. Vermittels der Bewegung der Codescheibe werden optische Signale moduliert, welche in dem photoelektrischen Empfänger (30) in elektrische Signale umgewandelt und weiterverarbeitet werden. Hierzu weist die Codescheibe (10) an ihrer Oberfläche Codestrukturen auf, die aus Segmenten (2) bestehen, die unstrukturiert sind, sowie aus Segmenten (1), die mikrostrukturiert sind. Dabei bestehen die mikrostrukturierten Segmente (1) aus optisch transmissiven Phasengittern. Das bezeichnete optische Gitter fungiert als Beugungsgitter mit einer Gitterkonstante g und einer Stufenhöhe d, und ist dadurch gekennzeichnet, dass es bei Bestrahlung mit Licht der Wellenlänge λ in der nullten Ordnung eine Auslöschung aufweist.

[0010] Die mikrostrukturierten Teile (1) der Codescheibe (10) beugen das Licht zur Seite und stellen somit Dunkelfelder dar, während die unstrukturierten Stellen (2) der Scheibe (10) das Licht ungebeugt durchlassen und somit als Hellfelder fungieren. Im Gegensatz zu bisherigen interferometrischen Systemen werden die Dunkelfelder somit mittels der Interferenzeffekte generiert.

[0011] Die einzelnen Segmente stellen etwa inkrementelle oder absolute Codierungen dar, wobei als inkrementelle Codierung in der Regel Hell- und Dunkelfelder derselben Größe periodisch abwechseln. Für eine absolute Codierung werden entweder mehrere Bahnen benötigt, welche gleichzeitig abgetastet werden oder es werden mehrere Codefelder hintereinander gleichzeitig empfängerseitig erfasst. Mögliche Codierungsarten sind etwa der Gray-Code oder der Binär-Code.

[0012] Vorteilhafterweise, jedoch nicht zwingend notwendig, ist ein abbildendes optisches System (40) räumlich vor der photoelektrischen Abtasteinheit (30) angeordnet.

[0013] Anschließend wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen in detail erläutert und weiter ausgeführt. Es zeigen die

[0014] Fig. 1 das Phasengitter mit einfallendem parallelem Licht,

[0015] Fig. 2 unstrukturierte (2), sowie mikrostrukturierte (1) Bereiche auf der Codescheibe (10),

[0016] Fig. 3 die prinzipielle Anordnung der Positionsmesseinrichtung, bestehend aus Lichtquelle (20), Maßverkörperung (10) und Empfänger (30),

[0017] Fig. 4 eine Anordnung von Sender (20) und Empfänger (30) auf einem Substrat auf derselben Seite der Maßverkörperung (10) und

[0018] Fig. 5 eine Anordnung eines Ausschnittes der Maßverkörperung (10), sowie des Empfängers (30) mit fünf photoelektrischen Feldern und den zugehörigen elektrischen

Signalen S1 bis S5.

[0019] In der Fig. 1 ist die geometrische Struktur des Beugungsgitters (1) als mikrostrukturierter Part der Maßverkörperung (10), sowie ihre Wirkung auf ein einfallendes Lichtbündel (A), (B) gezeigt. Die Gitterkonstante (g) bezeichnet die Periodenlänge der periodischen Gitterstruktur. Als Phasengitter wird hierbei die unterschiedliche Schichtdicke bzw. Stufenhöhe (d) wirksam. Bei geeigneter Wahl der Stufenhöhe in Abhängigkeit von dem Brechungsindex des Gitters, sowie der Wellenlänge des emittierten Lichtes, erzeugt das Phasengitter eine optische Weglängendifferenz der Teilstrahlen (A) und (B) von $\lambda/2$, wodurch sich eine Auslöschung der nullten Beugungsordnung ergibt. Dieser Zusammenhang wird anschließend erläutert:

[0020] Ein Phasenversatz von $\lambda/2$ der transmittierten Lichtbündel führt zur Auslöschung der nullten Beugungsordnung. Weist das Gittermaterial einen Brechungsindex n auf, so legen die Lichtbündel (A) und (B) die Strecke aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten in Luft und im Gitter in unterschiedlichen Zeiten t_A und t_B zurück. Es ist $t_A = d/c$ und $t_B = nd/c$.

[0021] Daraus resultiert eine optische Wegdifferenz der Strahlenbündel (A) und (B) von $c(t_B - t_A) = d(n - 1) = n d - d$. Entspricht diese Wegdifferenz einem Phasenversatz von $\lambda/2$, oder einem ungeradzahligem Vielfachen von $\lambda/2$, so erreicht man eine Auslöschung der nullten Ordnung. Somit folgt als Bedingung für die Stufenhöhe d des Gitters bei einer Wegdifferenz von $\lambda/2$: $d = \lambda/(2(n-1))$.

[0022] Beträgt der Brechungsindex des Transmissionsgitters beispielsweise $n = 1,5$, so erhält man für die Stufenhöhe d des Gitters die Bedingung $d = \lambda$. Die Stufenhöhe d entspricht in diesem Fall also genau der Wellenlänge λ des emittierten Lichtes.

[0023] Das Aspektverhältnis A, welches den Quotienten aus der Strukturhöhe und den minimalen lateralen Strukturdetails der Maßverkörperung (10) bezeichnet, beträgt beispielsweise bei einer Dicke der Maßverkörperung (10) von $500 \mu\text{m} = 1/2 \text{ mm}$ und mit einer Gitterkonstanten $g = 2\lambda$ mit $\lambda = 0,88 \mu\text{m}$ (IR-Licht) etwa $A = 284$.

[0024] Die Fig. 2 zeigt schematisch ein auf die Maßverkörperung (10) einfallendes Lichtbündel (\rightarrow). An den unstrukturierten Stellen (2) der Maßverkörperung (10) passiert das Licht die Maßverkörperung (10) ungebeugt, während es an den als Beugungsgitter mikrostrukturierten Stellen (1) aufgrund von Interferenz gebeugt wird. Die Gittergleichung lautet nun $z \lambda = g (\sin \alpha - \sin \beta)$, wobei die ganze Zahl z die Beugungsordnung angibt, g die Gitterkonstante, und α den Beugungswinkel sowie β den Einfallswinkel gemessen zum Lot bezeichnet.

[0025] Bei senkrechtem Einfall des Lichtes auf das optische Beugungsgitter (1) entsteht das Lichtmaximum der ersten Ordnung somit in einem Beugungswinkel α , welcher der Bedingung $\sin \alpha = \lambda/g$ genügt. Beispielsweise ergibt sich mit $g = 2\lambda$ ein Beugungswinkel von $\alpha = 30^\circ$. Die Gitterkonstante sollte hinreichend klein gewählt sein, sodass bereits die ± 1 .

[0026] Beugungsordnungen vom Empfänger nicht mehr detektiert werden. Bei $g \ll \lambda$ tritt Streuung auf.

[0027] Da die Beugungswinkel abhängig sind von der Wellenlänge λ des verwendeten Lichtes, ist eine geringe Bandbreite des emittierten Lichtes von Vorteil, um eine Aufweitung der Beugungsordnungen aufgrund von Dispersion zu vermeiden. Ein weiterer Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass die Interferenz nur bei hinreichend kohärentem Licht auftritt. Für die Kohärenzlänge L gilt näherungsweise $L \sim \lambda^2/\Delta\lambda$. Je kleiner also die Bandbreite $\Delta\lambda$ des emittierten Lichtes, desto größer ist die Kohärenzlänge L. Bei einer Wellenlänge $\lambda = 880 \text{ nm}$ und einer Bandbreite $\Delta\lambda = 50 \text{ nm}$

erhält man eine ausreichende Kohärenzlänge von $L = 15,5 \mu\text{m}$.

[0028] Die Fig. 3 zeigt den schematischen Aufbau der Positionsmesseinrichtung: Das Licht eines Lichtsenders (20) wird mittels einer Bikonvexlinse (22) zu einem parallelen Lichtbündel kollimiert. Diese Linse (22) kann jedoch auch fehlen, da auch divergentes Licht verwendet werden kann. Nach der Transmission des emittierten Lichtes durch die Maßverkörperung (10) erfährt das Licht an den mikrostrukturierten Gittern (1) Beugung, während es die nicht-strukturierten Stellen (2) der Maßverkörperung (10) ungehindert passiert. Während die gebeugten Strahlen erster und höherer Ordnung an dem Empfänger (30) vorbei geleitet werden, fallen die ungebeugten Strahlen auf den photoelektrischen Empfänger (30) und werden dort detektiert, indem sie aufgrund des lichtelektrischen Effektes in elektrische Signale transformiert werden.

[0029] Optional kann ein abbildendes System (40) vor dem Empfänger (30) angeordnet werden, bestehend aus einer Linse (42), sowie einer die Linse (42) einfassende lichtundurchlässige Blende (43). Möglich ist jedoch auch die Verwendung einer Blende (43) allein, um das Seitenlicht abzuschatten. Ist die Blende hinreichend klein, so wirkt sie als camera obscura und hat somit bereits Abbildungseigenschaften.

[0030] In der Regel sind Sender (20) und Empfänger (30) aufgrund der transmissiven Anordnung auf verschiedenen Seiten der Maßverkörperung (10) angeordnet. Die Fig. 4 zeigt jedoch eine alternative Anordnung von Sender (20) und Empfänger (30) auf derselben Seite der Maßverkörperung (10). Vorteilhafterweise können Sender (20) und Empfänger (30) dabei auf demselben Substrat, etwa einer Leiterplatte, montiert sein. Hierzu wird das vom Sender divergent abgestrahlte Licht zunächst mittels einer Kollimatorlinse (22) zu einem hinreichend parallelen Lichtbündel zusammengefasst, seitlich an der Maßverkörperung (10) vorbeigeführt oder an durchsichtigen Stellen der Maßverkörperung (10) durch dieselbe hindurchgeführt und mittels eines Prismas (25) oder verspiegelter Flächen hinter der Maßverkörperung (10) umgelenkt, sodaß das Licht durch die teilstrukturierten Bereiche der Maßverkörperung (10) hindurch auf den photoelektrischen Empfänger (30) fällt.

[0031] In der Fig. 5 ist ein Ausschnitt einer Spur etwa einer inkremental codierten Maßverkörperung (10), sowie des photoelektrischen Empfängers (30) zu erkennen. Dabei sind den einzelnen Code-Segmenten (1) und (2) der Maßverkörperung (10) gerasterte Empfängersegmente seitens des optischen Chips zugeordnet, welche aufgrund der optischen Einstrahlung entsprechende elektrische Signale S1 bis S5 generieren. Um den Offset der Signale zu eliminieren, der zum Teil durch Streulicht, sowie aufgrund der nicht vollständigen Abschattung hervorgerufen wird, findet eine differentielle Weiterverarbeitung der elektrischen Signale der Hell- und Dunkelfelder statt. Bei einer Mehrfachabtastung etwa einer inkrementalen Codierung, wie in Fig. 5 dargestellt, kann das Signal einer Spurabtastung etwa mittels $S1 - S2 + S3 - S4$ gebildet werden.

[0032] Die Maßverkörperung (10) besteht aus einem transparenten Grundkörper, welcher eine codierte Mikrostrukturierung in Form eines Arrays von Beugungsgittern enthält. Dabei setzt sich die Codierung aus zwei unterschiedlichen Codearten zusammen: Unstrukturierte Felder (2) fungieren dabei als Hellfelder, mikrostrukturierte Beugungsgitterfelder (1) als Dunkelfelder. Die Codierung in Hell- und Dunkelfelder geschieht mit einer Auflösung von etwa $10 \mu\text{m}$ bis $40 \mu\text{m}$. Die Gitterstruktur innerhalb der Dunkelfelder liegt im Mikrometerbereich. Die Abtastung geschieht somit analog zur Abtastung im klassischen Fall

der Nutzung von Codefeldern in der Hell-/Dunkelfeld-Technologie, welche auf der Teil-Abschattung durch geätzte Chromschichten basiert.

[0033] Als mikrostrukturierbares Material für die Maßverkörperung bieten sich für die Beugungstechnologie neben Quarzglas, Cerodur und Silizium insbesondere auch Kunststoffmaterialien, insbesondere Thermoplaste an. So können neben Polycarbonat (PC) etwa auch PMMA, POM, PVDF und PSU eingesetzt werden. Mit diesen Materialien können obere Gebrauchstemperaturen bis 170°C erreicht werden. Als preiswerte Fertigungstechnologien auch von größeren Stückzahlen kommen hierbei insbesondere das Heißprägen und das Mikro-Spritzgießen in Betracht. Mit beiden Verfahren sind Aspektverhältnisse bis über 500 möglich.

[0034] Der photoelektrische Empfänger (30) weist ein Array von photoelektrisch sensiblen Schichten auf, wobei jedem abzutastenden Codefeld auf der Maßverkörperung (10) mindestens ein Empfängerfeld auf dem Empfänger (30) zugeordnet ist. Bei einer inkrementellen oder auch einer absoluten Codierung genügt in der Regel die Abtastung lediglich eines Teiles der Maßverkörperung (10). Im Falle einer Längenmessung ist die Maßverkörperung (10) linear. Im Falle einer Winkelmessung ist die Maßverkörperung (10) in der Regel kreisförmig auf einer Codescheibe angeordnet. Um etwa eine Exzentrizität der Codescheibe auszugleichen, kann es in diesem Fall von Vorteil sein, die gesamte Codescheibe abzutasten.

[0035] Durch differentielle Abtastung der Hell- und Dunkelfelder wird der Offset, der verursacht wird durch nicht vollständige Abschattung in den Dunkelfeldern, kompensiert.

[0036] In der Signalverarbeitung schließlich werden die ermittelten Signale des Empfängers (30) verstärkt, decodiert, eventuell interpoliert und zur Übertragung über eine elektrische Schnittstelle, insbesondere via ein Bussystem, aufbereitet.

[0037] Ferner ist es möglich, sowohl eine inkrementale, als auch eine absolute Codierung auf der Maßverkörperung (10) vorzusehen. Zur Abtastung der Codes ist es denkbar, entweder einen einzigen Empfänger (30) vorzusehen, oder je einen Empfänger (30) zur Abtastung der inkrementalen und der absoluten Spur einzusetzen, wobei auch der Fall denkbar ist, dass in einer preiswerten Version eines inkrementalen Drehgebers nur der Abtaster für die inkrementale Spur montiert wird.

[0038] Die Erfindung kann dabei insbesondere bei Längen- und Winkelmeßsystemen Anwendung finden.

Bezugszeichenliste

λ Wellenlänge des Lichtes	
$\Delta\lambda$ Bandbreite des emittierten Lichtes	
n Brechungsindex der Codescheibe	
g Gitterkonstante des Gitters	55
d Stufenhöhe des Gitters	
z Beugungsordnung	
a Beugungswinkel des Beugungsmaximums 1. Ordnung	
β Einfallswinkel	
A Aspektverhältnis = Strukturhöhe/minimale laterale Strukturdetails	60
1 Transmissions-Phasengitter als mikrostrukturiertes Segment der Codescheibe (10)	
2 transparentes, unstrukturiertes Segment der Codescheibe (10)	65
10 Maßverkörperung	
20 Lichtsender	
22 Sender-Kollimatorlinse	

25 Prisma	
30 photoelektrischer Empfänger	
40 abbildendes System	
42 Empfänger-Kollimatorlinse	
43 Blende	

Patentansprüche

1. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung zur Messung der Relativlage zweier zueinander beweglicher Objekte mit einer Maßverkörperung, einem Lichtsender und einem lichtempfindlichem Empfänger nach dem Transmissionsverfahren, wobei das vom Lichtsender (20) emittierte Licht nach der Transmission durch die Maßverkörperung (10) auf den Empfänger (30) gelangt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Lichtsender (20) Licht der Wellenlänge λ mit verhältnismäßig kleiner Bandbreite emittiert, X der Empfänger (30) ein photoelektrisches, strukturiertes Raster zur Detektion von Licht aufweist, die Maßverkörperung (10) codierte Segmente (1), (2) aufweist, wobei die Segmente (1) eine transmissive Phasengitterstruktur (1) zur Beugung des Lichtes tragen und die Segmente (2) unstrukturiert und transparent sind, diese Phasengitter (1) bei Bestrahlung von Licht mit der Wellenlänge λ in der nullten Beugungsordnung eine Licht-Auslöschung aufweisen.
2. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Maßverkörperung (10) und dem Empfänger (30) ein optisch abbildendes System (40) angeordnet ist.
3. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Winkelmessung die Maßverkörperung (10) als Codescheibe ausgestaltet ist, wobei als Gitter (1) ein Strichgitter verwendet wird, deren Striche radial nach außen weisen.
4. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1 mit einer transmissiven Maßverkörperung mit Brechungsindex n, dadurch gekennzeichnet, dass die Stufenhöhe d des Phasengitters (1) bei Beleuchtung mit Licht der Wellenlänge λ der Relation $d = \lambda/(2(n-1))$ entspricht.
5. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Empfänger (30) ein System-on-Chip (SoC) auf Silizium-Basis verwendet wird, welches neben den photoelektrischen Empfänger-Feldern bereits ein Teil der Signalverarbeitung enthält.
6. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hell- und Dunkelfelder auf der Maßverkörperung (10) durch entsprechende, den Codefeldern zugeordnete Arrays auf dem Empfänger-Chip (30) differentiell abgetastet werden.
7. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfänger (30) und der Sender (20) auf derselben Seite der Maßverkörperung (10) angeordnet sind und dass das vom Sender (20) emittierte Licht mittels Spiegel oder eines Prismas umgelenkt wird und nach der Transmission der Codescheibe auf den Empfänger trifft.
8. Interferometrische Positionsmeßeinrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Maßverkörperung (10) aus thermoplastischem Kunst-

Hand copy of
IDS without
reference to

stoff besteht, welches mikrostrukturierte Code-Segmente (1) aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

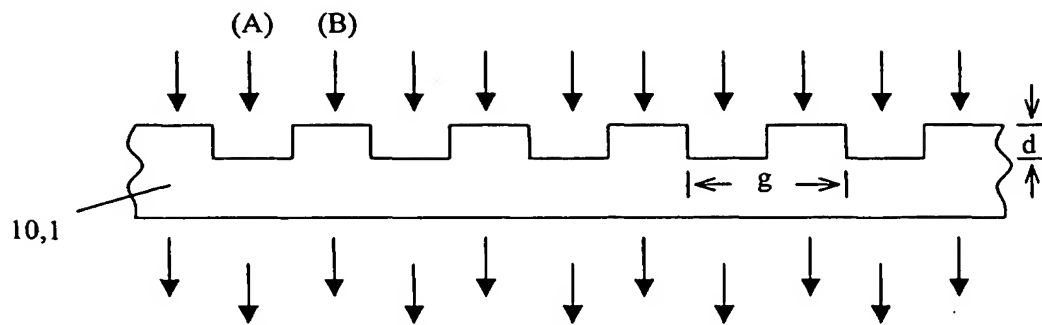
60

65

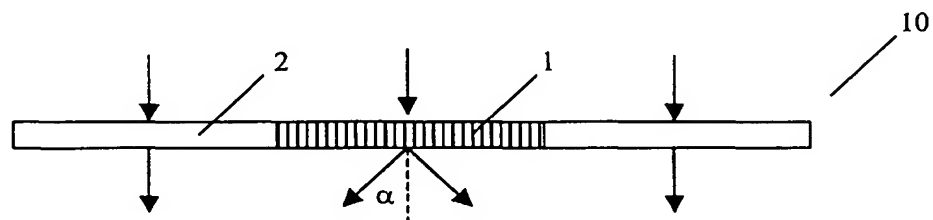
- Leerseite -

Zeichnungen (Blatt 1)

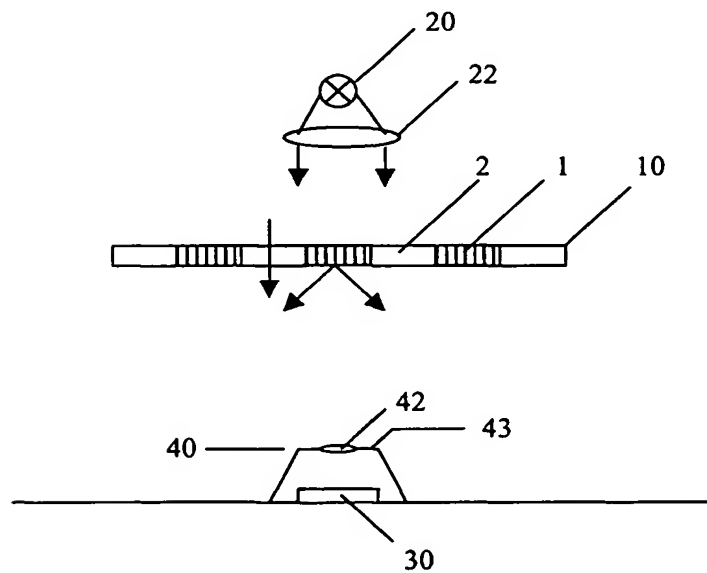
Figur 1



Figur 2

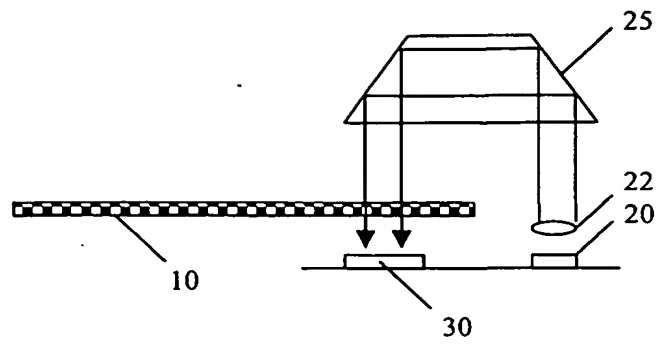


Figur 3



Zeichnungen (Blatt 2)

Figur 4



Figur 5

